

JAPAN PATENT OFFICE

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

Date of Application: June 19, 2003

Application Number: P2003-174400
[ST.10/C]: [JP2003-174400]

Applicant(s): FUDO CONSTRUCTION Co., Ltd.

July 9, 2003

Commissioner,

Japan Patent Office Shinichiro OTA

Number of Certificate: 2003-3055433

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2003年 6月19日

出願番号
Application Number: 特願2003-174400

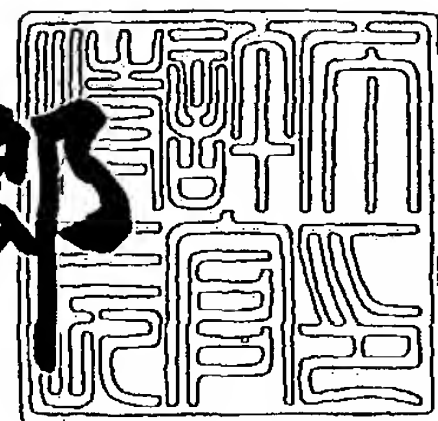
[ST. 10/C]: [JP 2003-174400]

出願人
Applicant(s): 不動建設株式会社

2003年 7月 9日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



【書類名】 特許願

【整理番号】 FUD-56

【提出日】 平成15年 6月19日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 E02D 3/10

【発明の名称】 締め固め杭造成工法

【請求項の数】 3

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都台東区台東 1 丁目 2 番 1 号 不動建設株式会社内

 【氏名】 大塚 誠

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都台東区台東 1 丁目 2 番 1 号 不動建設株式会社内

 【氏名】 石田 修

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都台東区台東 1 丁目 2 番 1 号 不動建設株式会社内

 【氏名】 吉富 宏紀

【特許出願人】

 【識別番号】 000236610

 【氏名又は名称】 不動建設株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100083806

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 三好 秀和

 【電話番号】 03-3504-3075

【選任した代理人】

 【識別番号】 100068342

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 三好 保男

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 001982

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0013983

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 締め固め杭造成工法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ケーシングパイプを地盤中の所定深度まで貫入する初期貫入工程の後に、前記ケーシングパイプの下端から粉粒体を排出しつつ前記ケーシングパイプを引き抜く引き抜き工程と、前記ケーシングパイプを再貫入して排出した粉粒体を締め固める締め固め工程とを交互に繰り返して地盤中に粉粒体の杭を造成する締め固め杭造成工法において、

前記締め固め工程では、前記ケーシングパイプが粉粒体を締め固める際の締め固め力と、前記ケーシングパイプによって締め固められた粉粒体の杭断面積とを常時算出し、前記ケーシングパイプの締め固めによって粉粒体の杭断面積が最小杭断面積に達する前に締め固め力が所定の設定値に達した場合には粉粒体の杭断面積が最小杭断面積に達した時点で締め固めを完了し、前記ケーシングパイプの締め固めによって粉粒体の杭断面積が最大杭断面積に達する前に締め固め力が所定の設定値に達した場合には締め固め力が所定の設定値に達した時点で締め固めを完了し、締め固め力が所定の設定値に達する前に前記ケーシングパイプの締め固めによる粉粒体の杭断面積が最大杭断面積に達した場合には粉粒体の杭断面積が最大杭断面積に達した時点で締め固めを完了することを特徴とする締め固め杭造成工法。

【請求項 2】 請求項 1 記載の締め固め杭造成工法であって、

前記締め固め工程では、前記ケーシングパイプを下方に押圧すると共に前記ケーシングパイプを回転して粉粒体の杭を締め固め、前記締め固め力は、前記ケーシングパイプが粉粒体の杭を押圧する押圧力と、前記ケーシングパイプが粉粒体の杭に対して回転する回転トルクとを要素とすることを特徴とする締め固め杭造成工法。

【請求項 3】 請求項 2 記載の締め固め杭造成工法であって、

前記ケーシングパイプの押圧力を P 、前記引き抜き工程時のケーシングパイプの回転トルクを T_1 、前記締め固め工程時のケーシングパイプの回転トルクを T_2 、締め固め時間を t 、施工データより得られる係数を α 、 β とすると、締め固

め力 F は、 $F = \alpha \cdot P \cdot (T_2 / T_1) \cdot t + \beta$ の式で算出される値としたことを特徴とする締め固め杭造成工法。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、地盤を改良するために地盤中に砂等の杭を適所に造成する締め固め杭造成工法に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

軟弱地盤等の改良を行う工法として、改良エリアの適所の地盤中に砂杭を造成して地盤改良を行うサンドコンパクションパイル工法（SCP工法）が従来より知られている。このサンドコンパクションパイル工法による従来の締め固め杭造成工法を説明する。

【0 0 0 3】

図 8 に示すように、締め固め杭造成装置 1 は、図示しない施工機本体に対して上下方向に配置されたケーシングパイプ 2 と、このケーシングパイプ 2 を振動させる起振機 3 と、ケーシングパイプ 2 の下端側に設けられた締め固め部材 4 と、この締め固め部材 4 を上下方向に往復動させるピストンシリンダ機構 5 とを備えている。

【0 0 0 4】

次に、この締め固め杭造成装置 1 を使用した砂杭造成作業を説明する。起振機 3 を作動してケーシングパイプ 2 を地盤 6 中の所定深度まで貫入する。次に、ピストンシリンダ機構 5 を往復動させながらケーシングパイプ 2 の下端から砂を排出、かつ締め固めながらケーシングパイプ 2 を所定長だけ上方に引き抜く引き抜き工程を行う。この引き抜き工程によって、ケーシングパイプ 2 が引き抜かれた地盤 6 中のスペースに砂が充填される。

【0 0 0 5】

次に、昇降を止めてケーシングパイプ 2 内に砂を補給する。そして、ケーシングパイプ 2 を再度上方に引き抜く工程を行う。この引き工程時にピストンシリン

ダ機構 5 を往復動させながら砂を排出、かつ締め固めが行われる。以降、地表に達するまで引き抜き工程の中で締め固めを行うと、ケーシングパイプ 2 を貫入した位置に図 9 に示すような砂杭 7 が造成される。このような砂杭 7 を改良エリアに適当間隔に造成する。

【0006】

ところで、地盤改良したい原地盤 6 の強度は、均一ではなくバラツキがあるのは一般的である。そのため、原地盤 6 の強度に応じて造成する砂杭 7 の杭径及び強度のいずれか一方、若しくは双方を可変させる工法を本出願人が先に提案した(特許文献 1、特許文献 2、特許文献 3 参照)。

【0007】

この工法を例えば杭径のみを可変する場合を例に説明すると、締め固め工程においてピストンシリンダ機構 5 が砂杭 7 を下方に押圧する押圧力を検出し、この押圧力が所定の設置値に達するまで砂杭 7 を押圧する。原地盤 6 が軟弱な箇所では砂杭 7 が拡張する方向に大きく圧縮変形して初めて押圧力が所定の設定値に達し、大きな径の砂杭 7 が造成される。

【0008】

また、原地盤 6 が硬い箇所では砂杭 7 があまり拡張しないで押圧力が所定の設定値に達し、比較的小さな径の砂杭 7 が造成される。このように締め固め工程において、ピストンシリンダ機構 5 の押圧力を一定とする砂杭 7 を造成することによって原地盤の軟弱性に応じた地盤補強を行い、ひいては均一な地盤改良を達成しようとするものである。

【0009】

【特許文献 1】

特公昭 61-25859 号公報

【0010】

【特許文献 2】

特公昭 64-2725 号公報

【0011】

【特許文献 3】

米国特許第 4, 4 8 7, 5 2 4 号明細書

【 0 0 1 2 】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、前記従来の締め固め杭造成工法では、原地盤 6 が非常に軟弱であると、ピストンシリンダ機構 5 の押圧力が所定の設定値に達するまでに砂杭 7 の径があまりにも大きくなり過ぎ、図 1 0 の左側に示すような大径の砂杭 8 が造成されることになる。最悪の場合には、ピストンシリンダ機構 5 の押圧力が所定の設定値に達せずに、作業を一旦中止することにもなる。以上より、トータルの施工時間やトータルの砂量が増加し、これらの増加は、工事費の増大につながった。

【 0 0 1 3 】

特に、施工開始初期のように周囲に何ら砂杭 7 が造成されていない箇所では、上述のような問題が発生する可能性が高かった。

【 0 0 1 4 】

そこで、本発明は、前記した課題を解決すべくなされたものであり、原地盤が非常に軟弱な箇所であっても強度的に不都合が発生しない程度の砂杭を造成し、且つ、トータルの施工時間やトータルの砂量の増加を確実に抑えることができる締め固め杭造成工法を提供することを目的とする。

【 0 0 1 5 】

【課題を解決するための手段】

請求項 1 の発明は、ケーシングパイプを地盤中の所定深度まで貫入する初期貫入工程の後に、前記ケーシングパイプの下端から粉粒体を排出しつつ前記ケーシングパイプを引き抜く引き抜き工程と、前記ケーシングパイプを再貫入して排出した粉粒体を締め固める締め固め工程とを交互に繰り返して地盤中に粉粒体の杭を造成する締め固め杭造成工法において、前記締め固め工程では、前記ケーシングパイプが粉粒体を締め固めする際の締め固め力と、前記ケーシングパイプによって締め固められた粉粒体の杭断面積とを常時算出し、前記ケーシングパイプの締め固めによって粉粒体の杭断面積が最小杭断面積に達する前に締め固め力が所定の設定値に達した場合には粉粒体の杭断面積が最小杭断面積に達した時点で締

め固めを完了し、前記ケーシングパイプの締め固めによって粉粒体の杭断面積が最大杭断面積に達する前に締め固め力が所定の設定値に達した場合には締め固め力が所定の設定値に達した時点で締め固めを完了し、締め固め力が所定の設定値に達する前に前記ケーシングパイプの締め固めによる粉粒体の杭断面積が最大杭断面積に達した場合には粉粒体の杭断面積が最大杭断面積に達した時点で締め固めを完了することを特徴とする。

【0 0 1 6】

この締め固め杭造成工法では、原地盤が非常に軟弱な箇所であっても杭断面積が最大断面積を越えることがなく、また、所定の設定値の締め固め力で締め固めされなくとも杭径が最大断面積を有することから必要最小限の強度が保持される。従って、原地盤が非常に軟弱な箇所であっても強度的に不都合が発生しない程度の砂杭が造成され、且つ、トータルの施工時間やトータルの砂量の増加が確実に抑えられる。

【0 0 1 7】

請求項 2 の発明は、請求項 1 記載の締め固め杭造成工法であって、前記締め固め工程では、前記ケーシングパイプを下方に押圧すると共に前記ケーシングパイプを回転して粉粒体の杭を締め固め、前記締め固め力は、前記ケーシングパイプが粉粒体の杭を押圧する押圧力と、前記ケーシングパイプが粉粒体の杭に対して回転する回転トルクとを要素とすることを特徴とする。

【0 0 1 8】

この締め固め杭造成工法では、請求項 1 の発明の作用に加え、正確に締め固め状態、即ち、杭の強度に即した情報が得られるため、所望の強度を有する杭が造成される。

【0 0 1 9】

請求項 3 の発明は、請求項 2 記載の締め固め杭造成工法であって、前記ケーシングパイプの押圧力を P 、前記引き抜き工程時のケーシングパイプの回転トルクを T_1 、前記締め固め工程時のケーシングパイプの回転トルクを T_2 、締め固め時間を t 、施工データより得られる係数を α 、 β とすると、締め固め力 F は、 $F = \alpha \cdot P \cdot (T_2 / T_1) \cdot t + \beta$ の式で算出される値としたことを特徴とする

【0020】

この締め固め杭造成工法では、請求項2の発明の作用に加え、回転トルクの成分として直前の引き抜き工程とその後の締め固め工程との相対的な回転トルク比を用いるため、地盤の深度の違いによるケーシングパイプのフリクション抵抗を除いた回転トルクの大きさが締め固め力の要素になる。従って、更に正確に締め固め状態、つまり、杭の強度が把握され、その結果、所望の強度を有する杭が造成される。

【0021】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の一実施形態を図面に基づいて説明する。

【0022】

図1～図6は本発明の一実施形態を示し、図1は締め固め杭造成装置の側面図、図2(a)は回転機構の正面図、図2(b)は図2(a)中A-A線に沿う断面図、図3は締め固め杭造成装置の制御系の要部回路ブロック図、図4は締め固め杭造成時のフローチャート、図5は締め固め杭造成工法を説明する工程図、図6は造成杭の最小杭径と最大杭径を示す図である。

【0023】

図1に示すように、締め固め杭造成装置10は、施工機本体11の前面にリーダ12を有し、このリーダ12は地盤6の表面より上方位置で垂直方向に立設されている。このリーダ12には垂直方向に沿ってケーシングパイプ13が昇降自在に配置されている。

【0024】

ケーシングパイプ13は円筒状を有し、その上端側にはホッパー14が設けられている。このホッパー14よりケーシングパイプ13内に粉粒体である砂15を投入できるようになっている。また、ケーシングパイプ13には、該ケーシングパイプ13内に堆積された砂15(図5にのみ示す)の砂面位置を検出する砂面センサ16(図3にのみ示す)が設けられている。

【0025】

昇降機構 17 は、図示しない昇降用モータとこの昇降用モータの回転力をケーシングパイプ 13 に伝達する図示しない動力伝達手段とを有し、ケーシングパイプ 13 を地盤 6 中に昇降動させる。また、昇降機構 17 には、ケーシングパイプ 13 の昇降動作時の油圧を検出する油圧センサ 18 が設けられている。さらに、昇降機構 17 には、ケーシングパイプ 13 の下端の深度を検知する深度計 19 が設けられている。

【0026】

回転機構 20 は、図 2 (a), (b) に示すように、左右一対の回転用モータ 21, 21 と、この各モータ 21 の回転軸に固定された第 1 ギア 22 と、この各第 1 ギア 22 が共に噛み合い、ケーシングパイプ 13 の外周の同軸上で固定された第 2 ギア 23 とを有し、ケーシングパイプ 13 を一定方向に回転させるようになっている。また、回転機構 20 には、回転用モータ 21 の電流値を検出する電流センサ 24 が設けられている。

【0027】

スイベルジョイント 25 は、図 2 (a) に示すように、回転機構 20 の下方位置のケーシングパイプ 13 に設けられ、このスイベルジョイント 25 を介してエアパイプ 26 が連結されている。エアパイプ 26 の他端側は図示しない空気圧縮機が接続され、エアパイプ 26 を介してケーシングパイプ 13 に加圧エアを供給できるようになっている。

【0028】

次に、締め固め杭造成装置 10 の制御系を説明する。図 3 に示すように、砂面センサ 16、油圧センサ 18、深度計 19、電流センサ 24 の各検出出力が制御部 25 に入力され、制御部 27 はこれら情報等に基づいて昇降機構 17、回転機構 20、空気圧縮機などを制御するようになっている。制御部 27 は、油圧センサ 18 の検出する油圧値がケーシングパイプ 13 の下端 13a で砂杭 30 を押圧する押圧力（砂杭 30 からの反力）に比例することから、油圧センサ 18 の油圧値より押圧力を演算により得る。制御部 27 は、電流センサ 24 の検出する電流値がケーシングパイプ 13 の回転負荷に比例することから、電流センサ 24 の電流値よりケーシングパイプ 13 の回転トルクを演算により得る。

【0029】

また、各種センサの検出情報などは制御部 27 が施工機本体 11 の運転席位置に設けられた計器盤 28 に表示する。運転者は、計器盤 28 より締め固め造成作業の状況を把握し、監視できるようになっている。

【0030】

次に、締め固め杭造成装置 10 による締め固め杭造成作業を図 4 のフロー及び図 5 の説明図に基づいて説明する。

【0031】

先ず、図 5 の (1) の状態に示すように、締め固め杭造成装置 10 を所望の施工位置まで移動し、立設されたケーシングパイプ 13 内にホッパー 14 より砂 15 を投入する。次に、図 5 の (2) の状態に示すように、昇降機構 17 及び回転機構 20 を駆動してケーシングパイプ 13 を地盤 6 中に回転しつつ降下させる初期貫入工程を開始する (ステップ S1)。深度計 19 でケーシングパイプ 13 の下端 13a が所定の深度 L に達したか否かを常時チェックし (ステップ S2)、図 5 の (3) の状態に示すように、ケーシングパイプ 13 の下端 13a が所定の深度 L に達した時点で初期貫入工程を終了する (ステップ S3)。

【0032】

次に、図 5 の (4) の状態に示すように、ケーシングパイプ 13 内を加圧エアで加圧し、ケーシングパイプ 13 の下端 13a から砂 15 を排出しつつケーシングパイプ 13 を所定長さ L1 だけ引き抜く引き抜き工程を開始する (ステップ S4)。深度計 19 でケーシングパイプ 13 が所定の引き抜き量 L1 だけ引き抜かれたか否かを常時チェックし (ステップ S5)、ケーシングパイプ 13 が所定長さ L1 だけ引き抜いた時点でケーシングパイプ 13 内の加圧エアを抜き、引き抜き工程を終了する (ステップ S6)。この引き抜き工程によって、ケーシングパイプ 13 が引き抜かれた地盤 6 中のスペースに砂 15 が充填される。

【0033】

次に、図 5 の (5) の状態に示すように、昇降機構 17 及び回転機構 20 を駆動してケーシングパイプ 13 を回転しつつ降下させることによって再貫入する締め固め工程を開始する (ステップ S7)。この締め固め工程では、ケーシングパ

パイプ 13 による締め固め力 F が所定の設定値 F_0 以上である否か（ステップ S 8）、締め固め力 F が設定値 F_0 以上になると砂杭径 D が最小値 D_1 以上に達したか否か（ステップ S 9）、締め固め力 F が設定値 F_0 未満であれば砂杭径 D が最大値 D_2 に達したか否か（ステップ S 10）をチェックする。

【0034】

ここで、締め付け力 F は、ケーシングパイプ 13 の押圧力を P 、引き抜き工程時のケーシングパイプ 13 の回転トルクを T_1 、締め固め工程時のケーシングパイプ 13 の回転トルクを T_2 、締め固め時間を t 、施工データより得られる係数を α 、 β とすると、 $F = \alpha \cdot P \cdot (T_2 / T_1) \cdot t + \beta$ の式で算出される値である。

【0035】

押圧力 P は油圧センサ 18 の油圧値に所定の係数を、回転トルク T_1 、 T_2 は電流センサ 24 の電流値に所定の係数をそれぞれ掛けることにより算出される。最小砂杭径 D_1 及び最大砂杭径 D_2 は、杭径一定で施工し、その押圧力と事前ボーリングデータとを土層毎に対照し、過去の施工データを参考としながら決定する。また、砂杭径 D は、直前の引き抜き工程前の砂面位置と引き抜き工程終了後の砂面位置との高低差を砂面センサ 16 より検出して地盤 6 中に排出された砂量を算出し、この砂量と締め固め工程での締め固めストローク S より算出される。

【0036】

そして、図 6 に示すように、ケーシングパイプ 13 の締め固めによって砂杭 30 の杭径（杭断面積）が最小杭径（最小断面積） D_1 に達する前に締め固め力 F が所定の設定値 F_0 に達した場合には砂杭 30 の杭径 D が最小杭径 D_1 に達した時点で締め固めを完了する（ステップ S 11）。ケーシングパイプ 13 の締め固めによって砂杭 30 の杭径 D が最大杭径（最大杭断面積） D_2 に達する前に締め固め力 F が所定の設定値 F_0 に達した場合には締め固め力 F が所定の設定値 F_0 に達した時点で締め固めを完了する（ステップ S 11）。さらに、締め固め力 F が所定の設定値 F_0 に達する前にケーシングパイプ 13 の締め固めによる砂杭 30 の杭径 D が最大杭径 D_2 に達した場合には、砂杭 30 の杭径 D が最大杭径 D_2 に達した時点で締め固めを完了する（ステップ S 11）。

【 0 0 3 7 】

以降、前述したケーシングパイプ 1 3 の引き抜き工程と締め固め工程とを交互に繰り返す。これら繰り返し過程でケーシングパイプ 1 3 内の砂 1 5 が少なくなれば、その時点でケーシングパイプ 1 3 内のエアーを抜き、砂 1 5 の補給作業を行う。そして、図 5 の (6) の状態に示すように、ケーシングパイプ 1 3 の下端 1 3 a の深度がゼロに達した時点で終了する (ステップ S 1 2) 。すると、ケーシングパイプ 1 3 を初期貫入させた位置に砂杭 3 0 が造成される。造成される砂杭 3 0 の杭径 D は、 $D 1 \leq D \leq D 2$ の範囲である。

【 0 0 3 8 】

以上、この締め固め杭造成工法によれば、原地盤 6 が非常に軟弱な箇所であっても砂杭 3 0 の杭径 (杭断面積) が最大杭径 (最大断面積) $D 2$ を越えることがなく、また、所定の設定値の締め固め力で締め固めされなくとも杭径 3 0 が最大杭径 (最大断面積) $D 2$ を有することから必要最小限の強度が保持される。従って、原地盤 6 が非常に軟弱な箇所であっても強度的に不都合が発生しない程度の砂杭 3 0 を造成し、且つ、トータルの施工時間やトータルの砂量の増加を極力抑えることができる。また、原地盤 6 が非常に硬い箇所であっても砂杭 3 0 の杭径 (断面積) D が最小杭径 (最小断面積) $D 1$ より小さくなることがなく、必要最低限の杭径 (断面積) の砂杭 3 0 が造成される。

【 0 0 3 9 】

前記実施形態の締め固め工程では、ケーシングパイプ 1 3 を下方に押圧すると共にケーシングパイプ 1 3 を回転して砂 1 5 を締め固め、その締め固め力 F は、ケーシングパイプ 1 3 が砂 1 5 を押圧する押圧力 P と、ケーシングパイプ 1 3 が砂 1 3 に対して回転する回転トルク T ($= T 2 / T 1$) とを要素とする。つまり、柱状の砂 1 5 を締め固める場合にはケーシングパイプ 1 3 から押圧力 P のみを加える場合よりも押圧力 P と回転トルク T ($= T 2 / T 1$) を共に加えた方が確実に締め固めされる。従って、砂 1 5 の締め固め状態、つまり、強度を把握するには押圧力 P と回転トルク T ($= T 2 / T 1$) を要素とした外力を締め固め力とすることで正確に締め固め状態、つまり、砂杭 3 0 の強度を把握でき、その結果、所望の強度を有する砂杭 3 0 を造成することができる。

【 0 0 4 0 】

前記実施形態では、ケーシングパイプ 1 3 の押圧力を P 、引き抜き工程時のケーシングパイプ 1 3 の回転トルクを T_1 、締め固め工程時のケーシングパイプ 1 3 の回転トルクを T_2 、締め固め時間を t 、施工データより得られる係数を α 、 β とすると、締め固め力 F は、 $F = \alpha \cdot P \cdot (T_2 / T_1) \cdot t + \beta$ の式で算出される値とした。従って、回転トルク T の成分として直前の引き抜き工程とその後の締め固め工程との相対的な回転トルク比 (T_2 / T_1) を用いるため、地盤 6 の深度の違いによるケーシングパイプ 1 3 のフリクション抵抗を除いた回転トルク T の大きさを締め固め力の要素にできる。従って、更に正確に締め固め状態、つまり、砂杭 3 0 の強度を把握でき、その結果、所望の強度を有する砂杭 3 0 を造成することができる。

【 0 0 4 1 】

図 7 は前記回転機構の変形例の要部の斜視図である。前記実施形態の回転機構 2 0 は一定方向に連続的にケーシングパイプ 1 3 を回転させるものであったが、この変形例の回転機構（揺動機構）3 1 は正転方向と逆転方向に交互に往復回転させるものである。つまり、回転機構（揺動機構）3 1 は、図 7 に示すように、一対の水圧シリンダ機構 3 2、3 2 を有し、この一対のシリンダ機構 3 2、3 2 の各ピストンロッド 3 2 a の先端がケーシングパイプ 1 3 の外周の略 1 8 0 度対向位置より突設された各連結アーム 3 3 に支持ピン 3 4 を介して連結されている。

【 0 0 4 2 】

一対の水圧シリンダ機構 3 2、3 2 が交互にその各ピストンロッド 3 2 a を進退移動することによりケーシングパイプ 1 3 が正転方向と逆転方向に交互に往復回転される。

【 0 0 4 3 】

本発明の締め固め工法に変形例の回転機構 3 1 を適用した場合にも前記実施形態と同様の作用・効果を得ることができる。そして、前記実施形態の回転機構 2 0 に比べてスイベルジョイント 2 5 を介在することなくエアーパイプ等をケーシングパイプ 1 3 に連結できるため、全体として締め固め杭造成装置 1 0 の機構が

簡単になるという利点がある。

【0044】

また、締め固め杭造成工法としては、地盤改良したいエリア内に粗い間隔で砂杭30を造成する第1ステージと、この第1ステージの後に粗い間隔の砂杭30の間に砂杭30を補充する第2ステージとに分割して最終的に密な間隔の砂杭30を造成する2ステップ造成工程がある。この工法では、第1ステージで造成する砂杭30は、所定の設定強度を常に有する必要はなく、ある程度の強度さえあれば良いと考えることができるので、本発明の締め固め造成工法は第1ステージでの砂杭30の造成に特に優れた工法といえる。但し、本発明は、最初から密な間隔で砂杭30を順次造成する工法に適用できることは勿論である。

【0045】

尚、前記実施形態では、ケーシングパイプ13が円筒状であるため、砂杭30の断面積に変えて径寸法を用い、砂杭径Dが最小砂径D1以上か、最大砂径D2以上か否かを判別した。しかし、ケーシングパイプ13が円筒状以外の形態の場合も考えられ、その場合には断面積を用いて砂杭30の大きさを制御することになる。但し、ケーシングパイプ13が円筒状以外の形状の場合には、ケーシングパイプ13の回転に困難を伴うため、ケーシングパイプ13を回転させることなく押圧力Pのみで砂杭30を締め固めすることになる。この場合の締め固め力Fは、回転トルクTを要素としない押圧力Pのみを要素とするものとなる。

【0046】

また、前記実施形態では、杭材料である粉粒体として砂15を用いたが、杭材料としては砂15に限られず、砂利、碎石等の砂類似粒状材料や固化材及び砂15や砂利等を含めたそれらの混合物、例えば碎石と鉄粉との混合物等を用いても良いことは勿論である。

【0047】

【発明の効果】

以上説明したように、請求項1の発明によれば、締め固め工程では、ケーシングパイプが粉粒体を締め固めする際の締め固め力と、ケーシングパイプによって締め固められた粉粒体の杭断面積とを常時算出し、ケーシングパイプの締め固め

によって粉粒体の杭断面積が最小杭断面積に達する前に締め固め力が所定の設定値に達した場合には粉粒体の杭断面積が最小杭断面積に達した時点で締め固めを完了し、ケーシングパイプの締め固めによって粉粒体の杭断面積が最大杭断面積に達する前に締め固め力が所定の設定値に達した場合には締め固め力が所定の設定値に達した時点で締め固めを完了し、締め固め力が所定の設定値に達する前にケーシングパイプの締め固めによる粉粒体の杭断面積が最大杭断面積に達した場合には、粉粒体の杭断面積が最大杭断面積に達した時点で締め固めを完了する。このような締め固め杭造成工法であるので、原地盤が非常に軟弱な箇所であっても杭断面積が最大断面積を越えることがなく、また、所定の設定値の締め固め力で締め固めされなくとも杭径が最大断面積を有することから必要最小限の強度が保持される。従って、原地盤が非常に軟弱な箇所であっても強度的に不都合が発生しない程度の砂杭を造成し、且つ、トータルの施工時間やトータルの砂量の増加を確実に抑えることができる。

【 0 0 4 8 】

請求項 2 の発明によれば、締め固め工程では、ケーシングパイプを下方に押圧すると共にケーシングパイプを回転して粉粒体の杭を締め固め、締め固め力は、ケーシングパイプが粉粒体の杭を押圧する押圧力と、ケーシングパイプが粉粒体の杭に対して回転する回転トルクとを要素とするので、正確に締め固め状態、即ち、杭の強度に即した情報を得ることができ、所望の強度を有する杭を造成することができる。即ち、柱状の粉粒体を締め固める場合にはケーシングパイプから押圧力のみを加える場合よりも押圧力と回転力を共に加えた方が確実に締め固めされる。従って、粉粒体の締め固め状態、即ち、杭の強度を把握するには押圧力と回転トルクを要素とした外力を締め固め力とする方が正確な情報が得られる。

【 0 0 4 9 】

請求項 3 の発明によれば、ケーシングパイプの押圧力を P 、引き抜き工程時のケーシングパイプの回転トルクを T_1 、締め固め工程時のケーシングパイプの回転トルクを T_2 、締め固め時間を t 、施工データより得られる係数を α 、 β とすると、締め固め力 F は、 $F = \alpha \cdot P \cdot (T_2 / T_1) \cdot t + \beta$ の式で算出される値としたので、回転トルクの成分として直前の引き抜き工程とその後の締め固め

工程との相対的な回転トルク比を用いることができ、地盤の深度の違いによるケーシングパイプのフリクション抵抗を除いた回転トルクの大きさを締め固め力の要素にできる。従って、更に正確に締め固め状態、つまり、杭の強度を把握でき、その結果、所望の強度を有する杭を造成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の一実施形態を示し、締め固め杭造成装置の側面図である。

【図 2】

本発明の一実施形態を示し、(a) は回転機構の正面図、(b) は図 2 (a) 中 A - A 線に沿う断面図、である。

【図 3】

本発明の一実施形態を示し、締め固め杭造成装置の制御系の要部回路ブロック図である。

【図 4】

本発明の一実施形態を示し、締め固め杭造成時のフローチャートである。

【図 5】

本発明の一実施形態を示し、締め固め杭造成工法を説明する工程図である。

【図 6】

本発明の一実施形態を示し、造成杭の最小杭径と最大杭径を示す図である。

【図 7】

回転機構の変形例の要部の斜視図である。

【図 8】

従来例の締め固め杭造成装置の要部の構成図である。

【図 9】

地盤中に造成された砂杭を示す断面図である。

【図 1 0】

非常に軟弱な地盤上に造成された砂杭とほぼ標準的な径の砂杭を示す断面図である。

【符号の説明】

1 0 締め固め杭造成装置

1 3 ケーシングパイプ

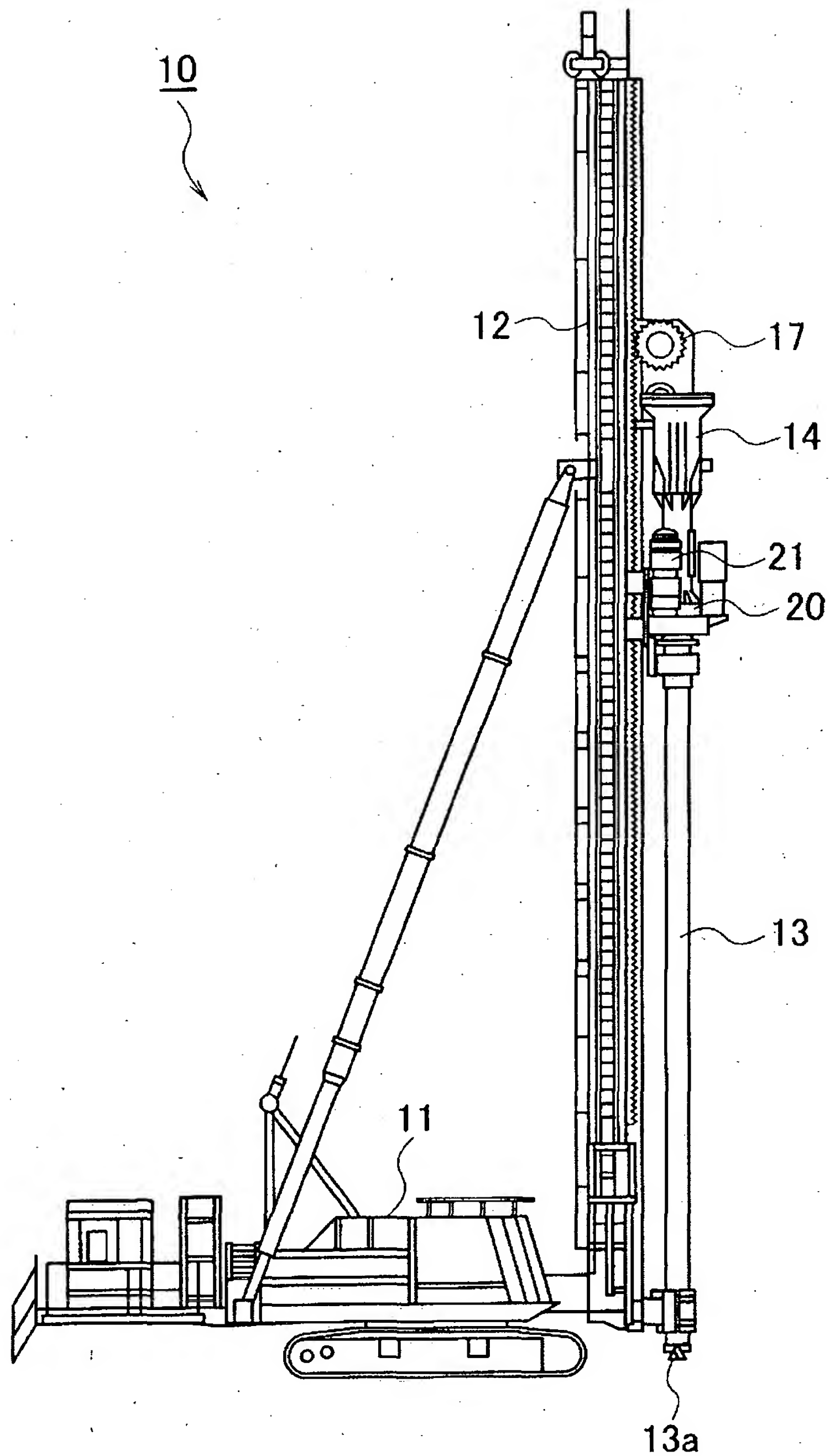
1 3 a 下端

1 5 砂（粉粒体）

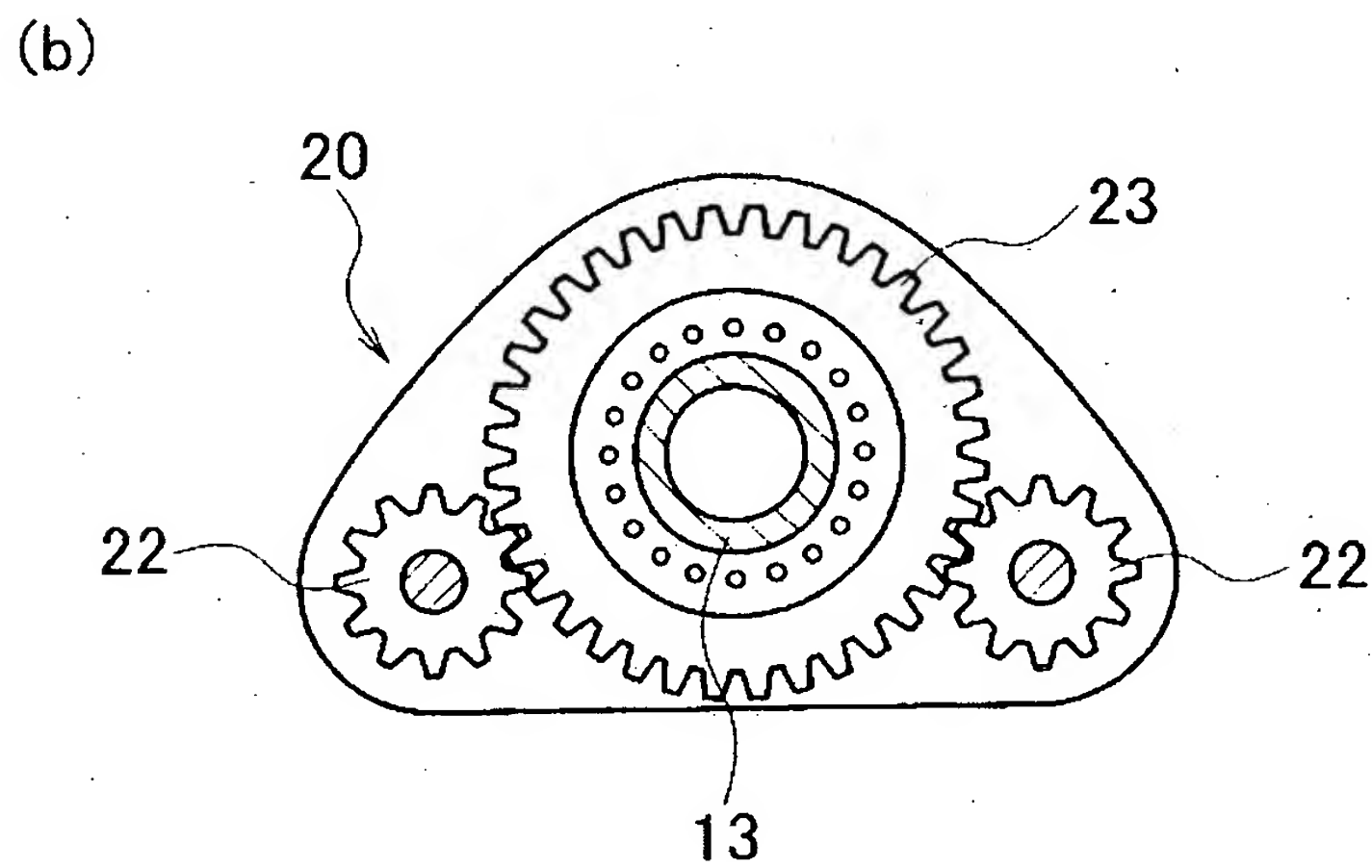
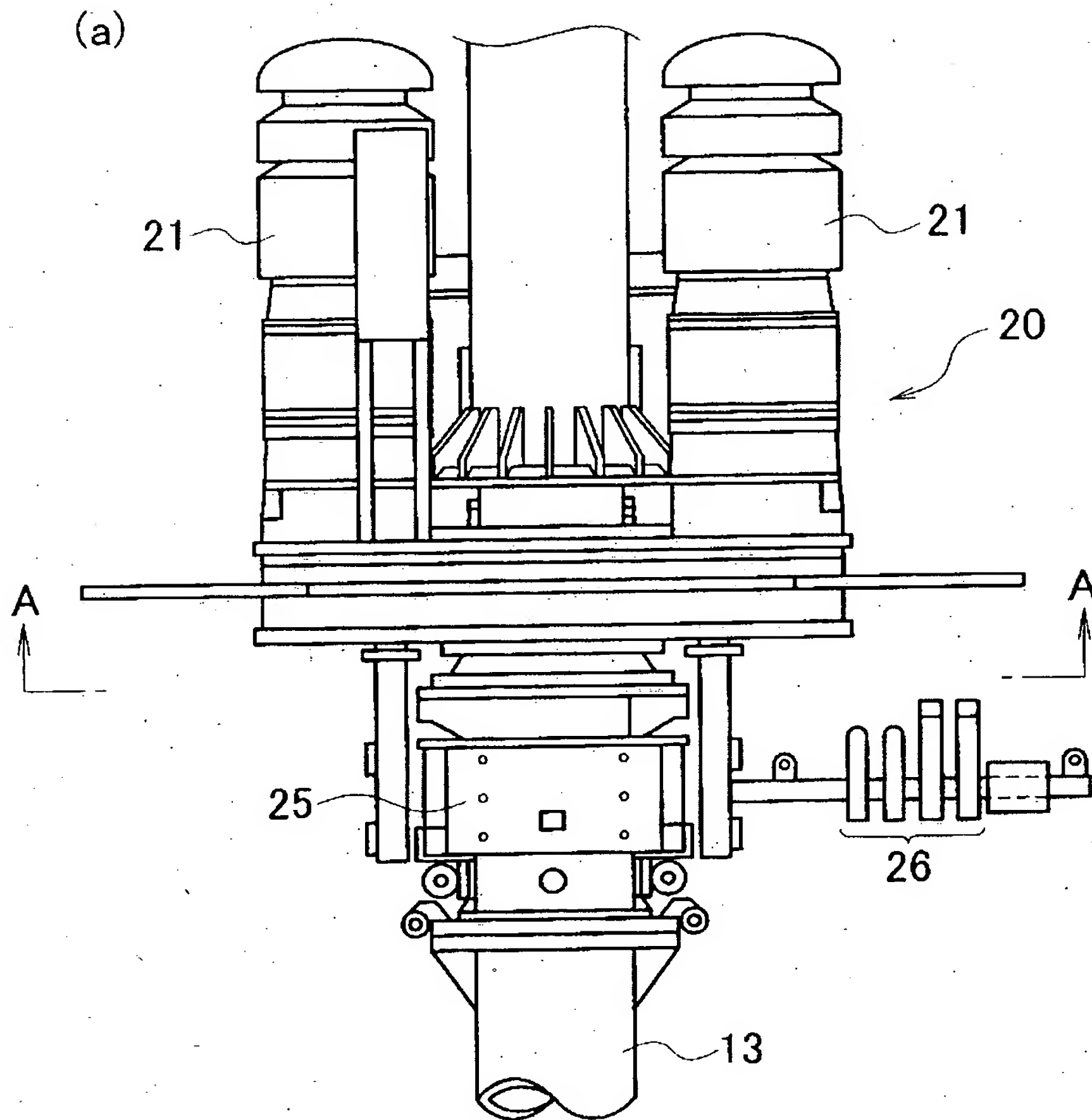
3 0 砂杭（粉粒体の杭）

【書類名】 図面

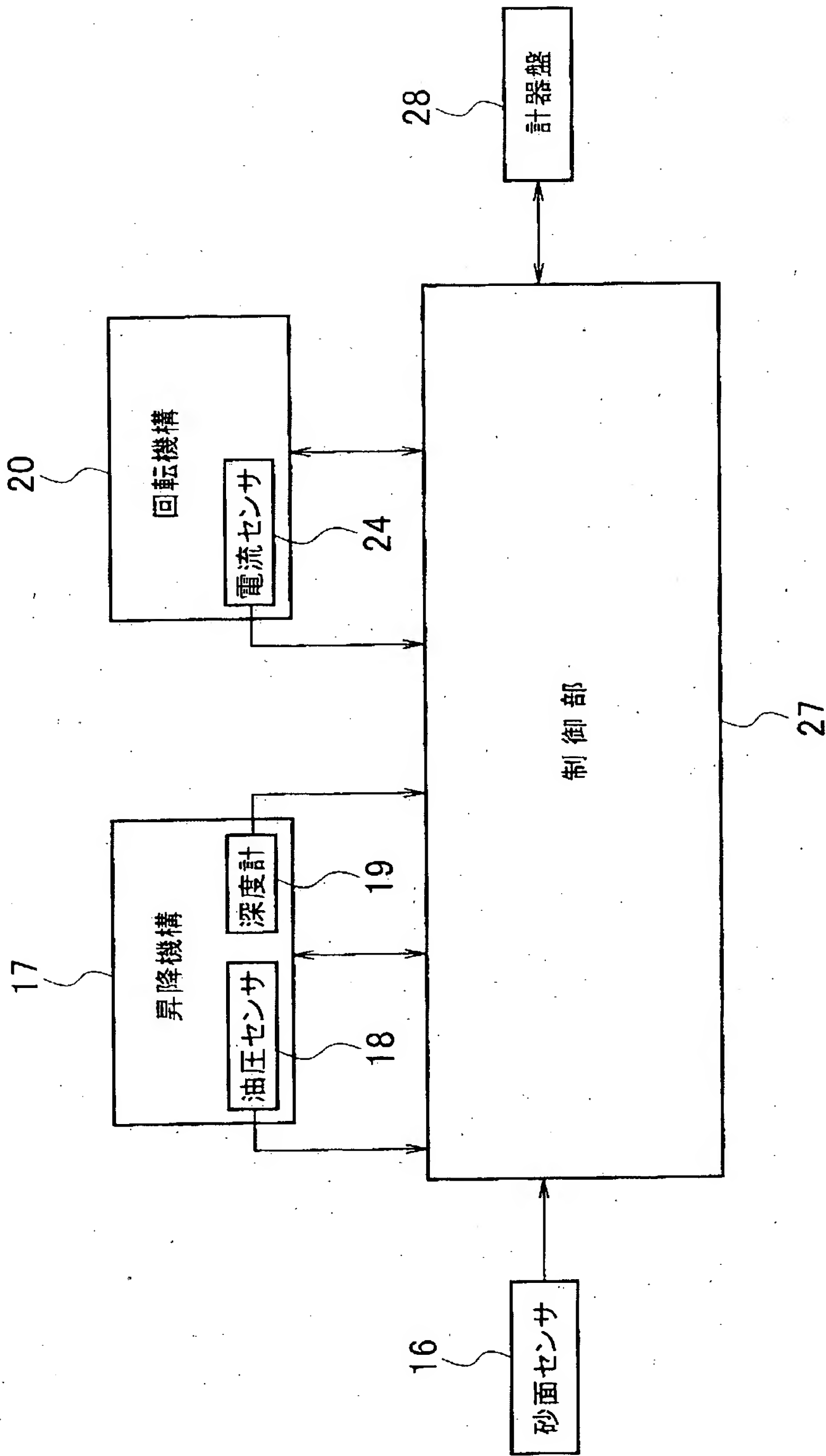
【図 1】



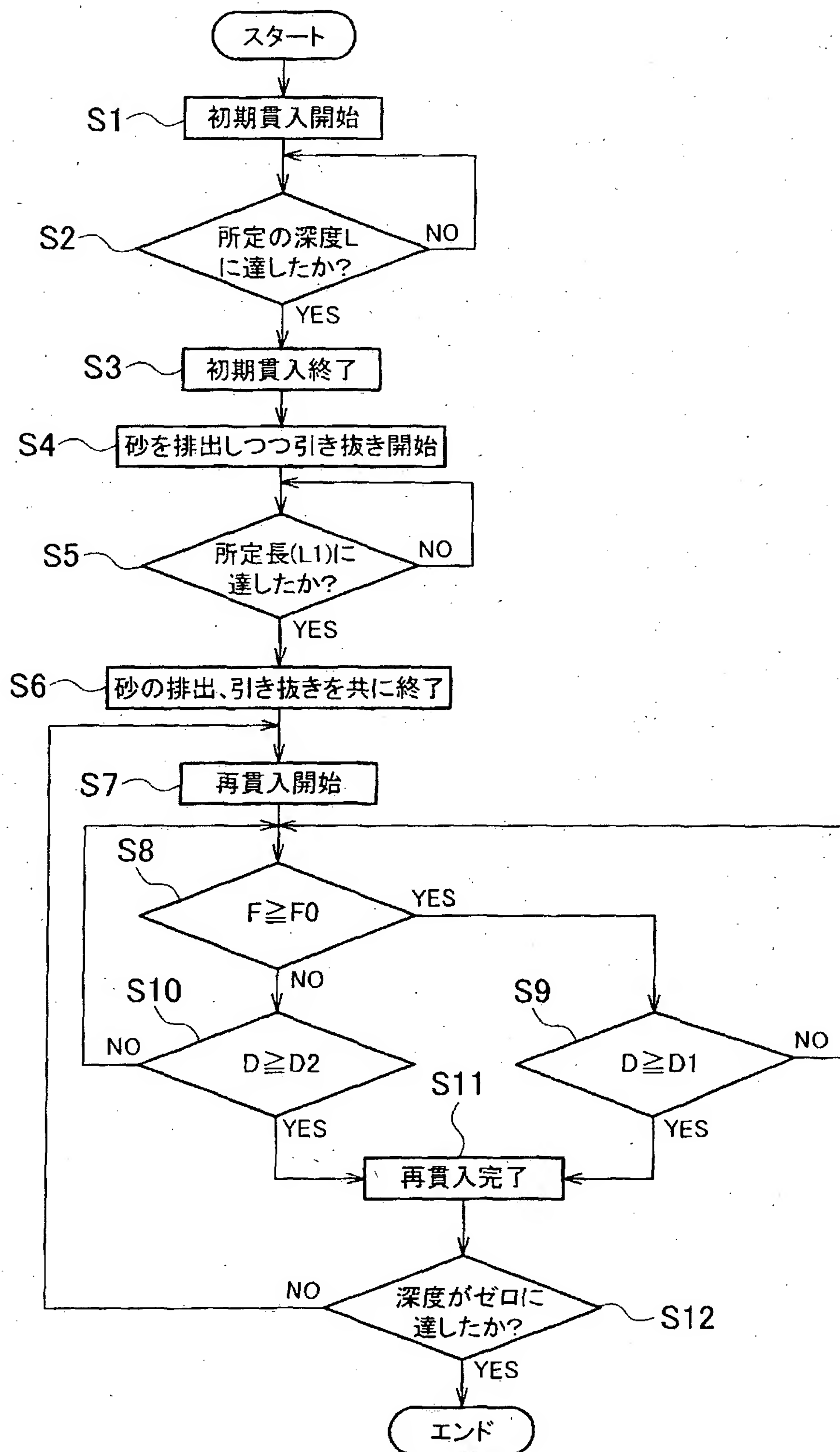
【図 2】



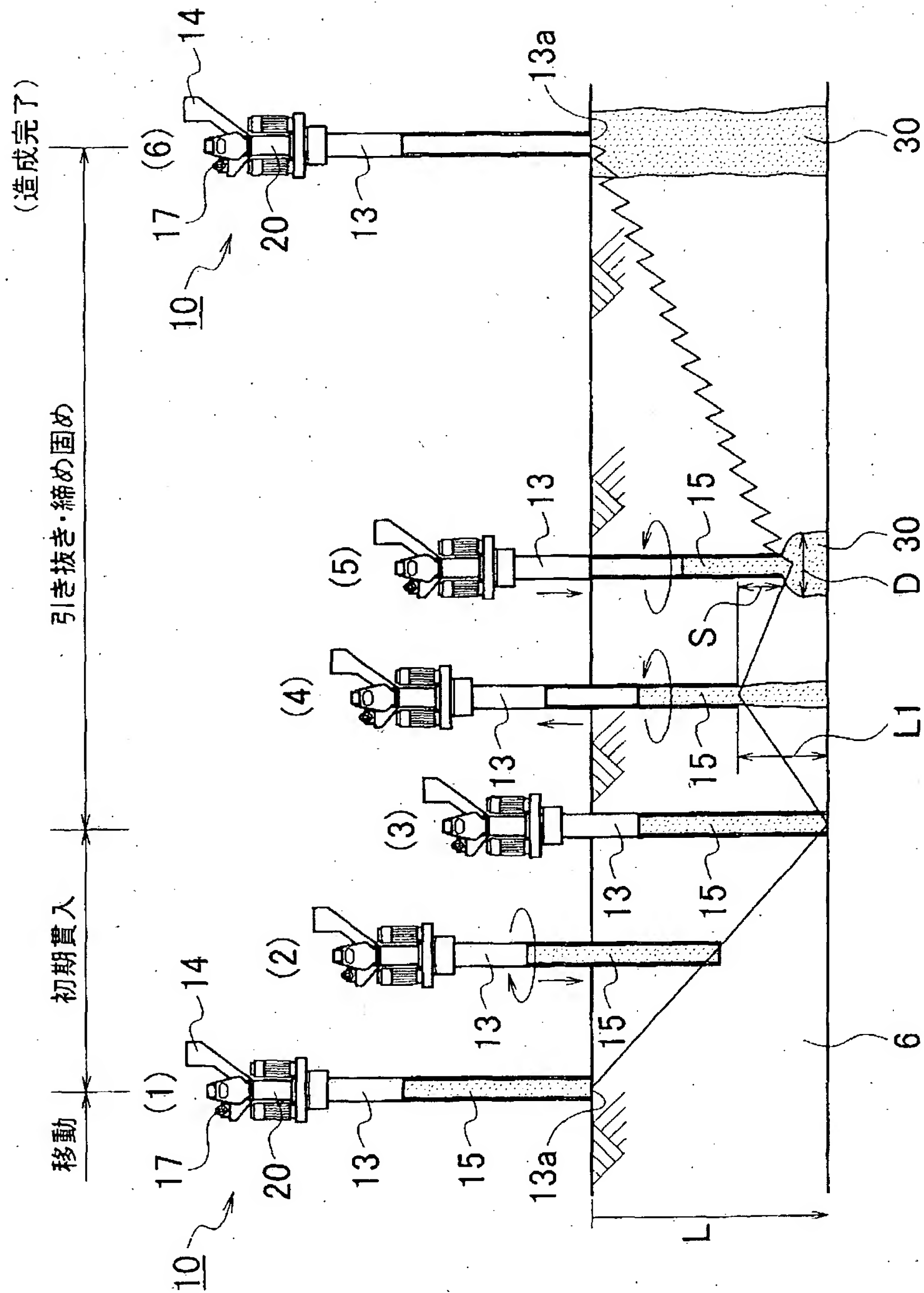
【図 3】



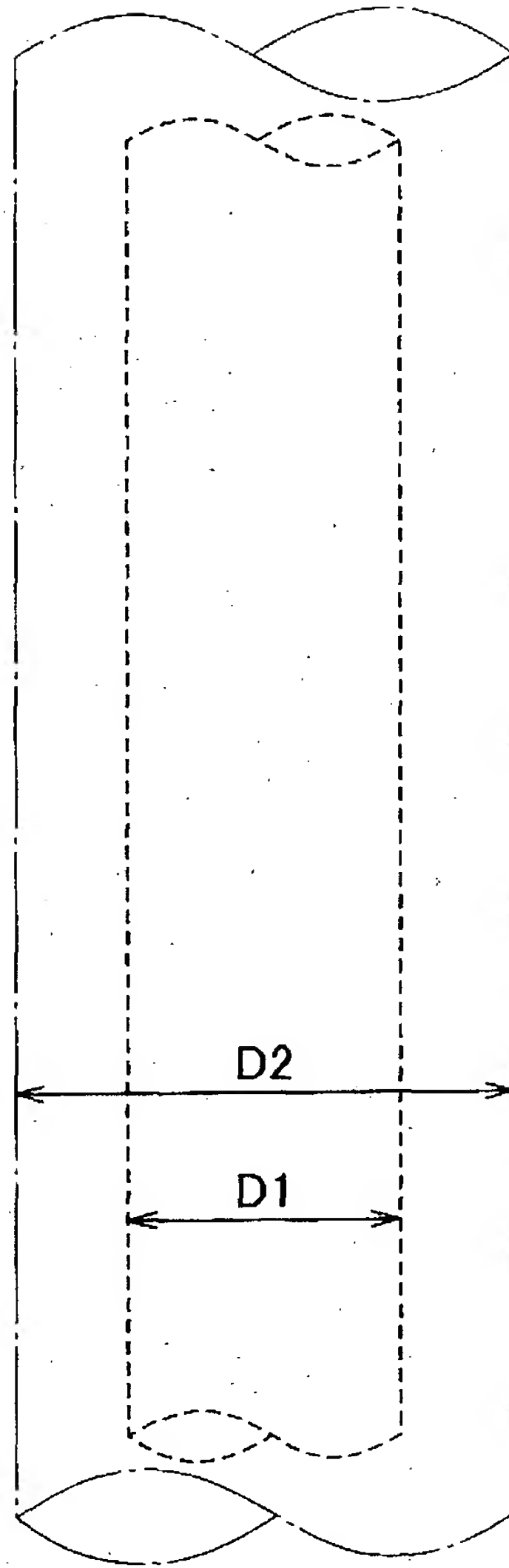
【図 4】



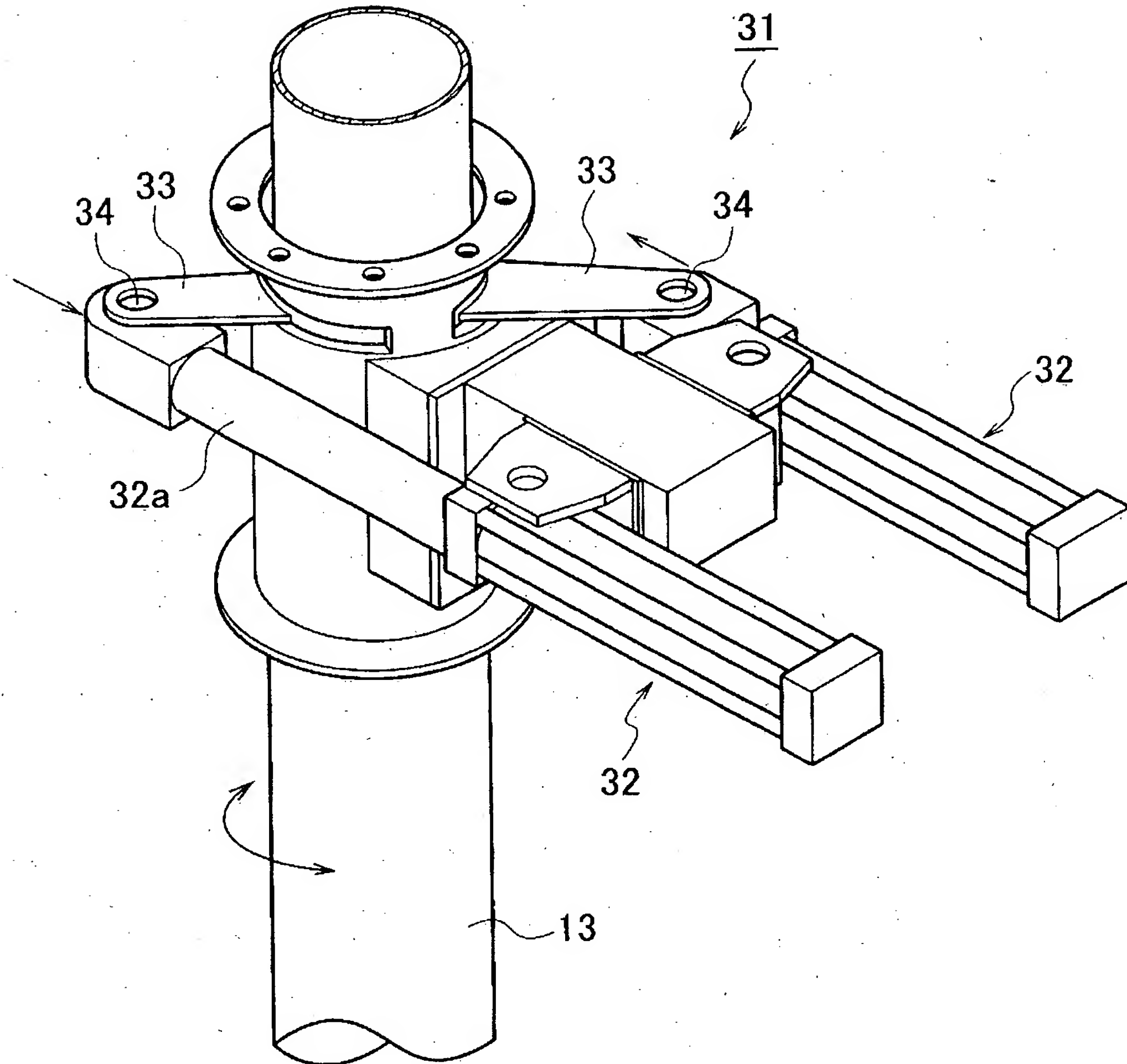
【図 5】



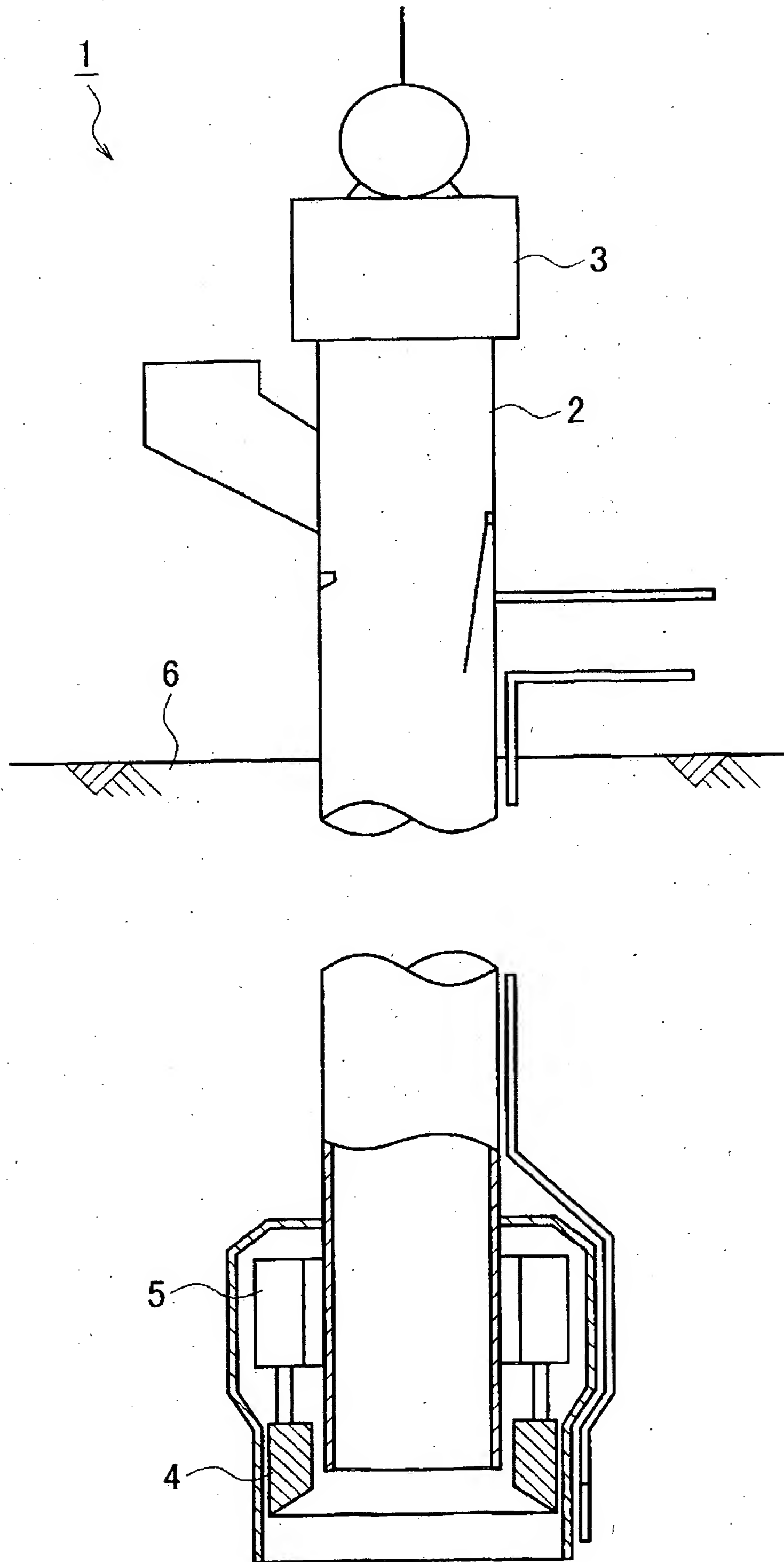
【図 6】



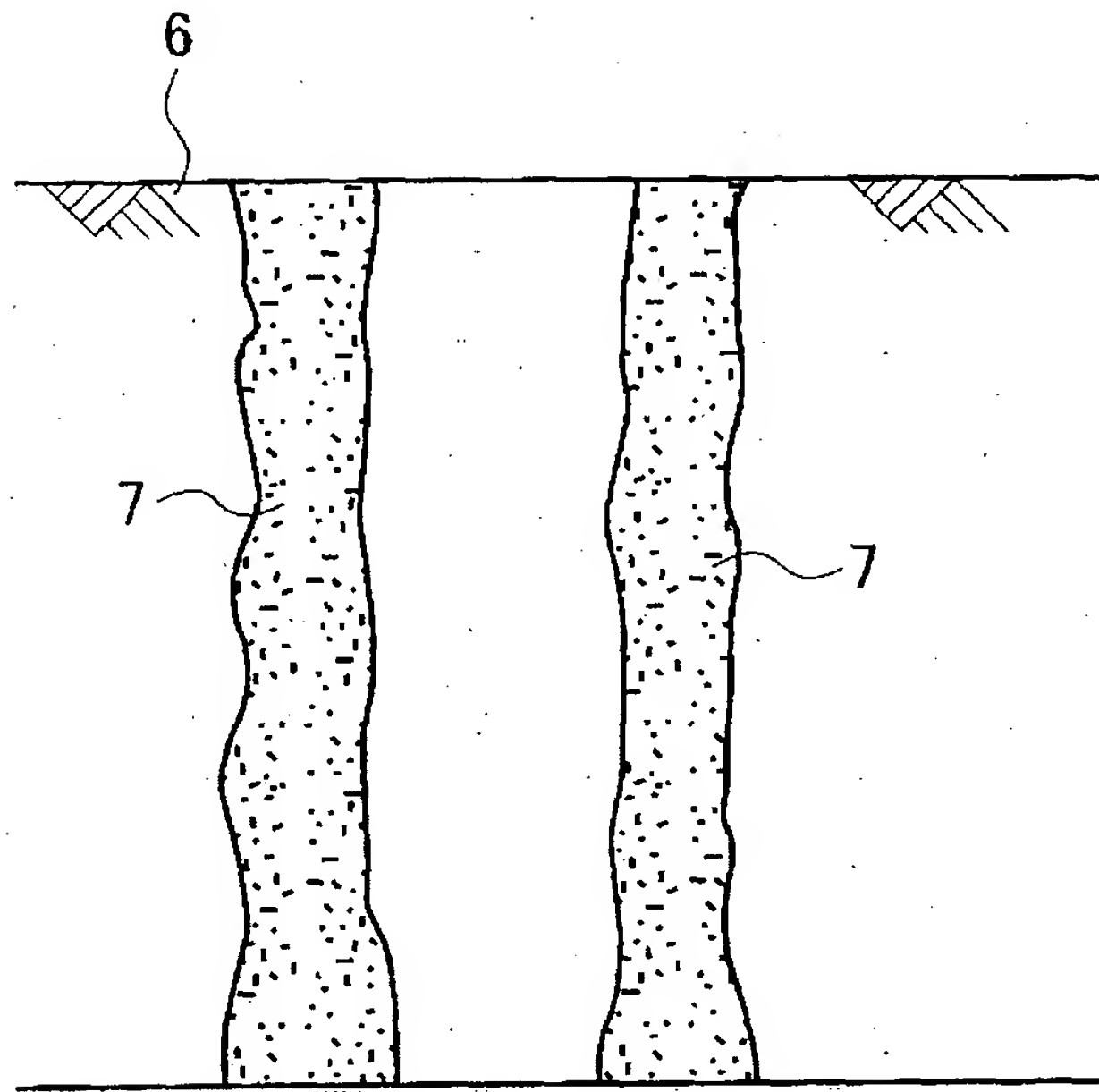
【図 7】



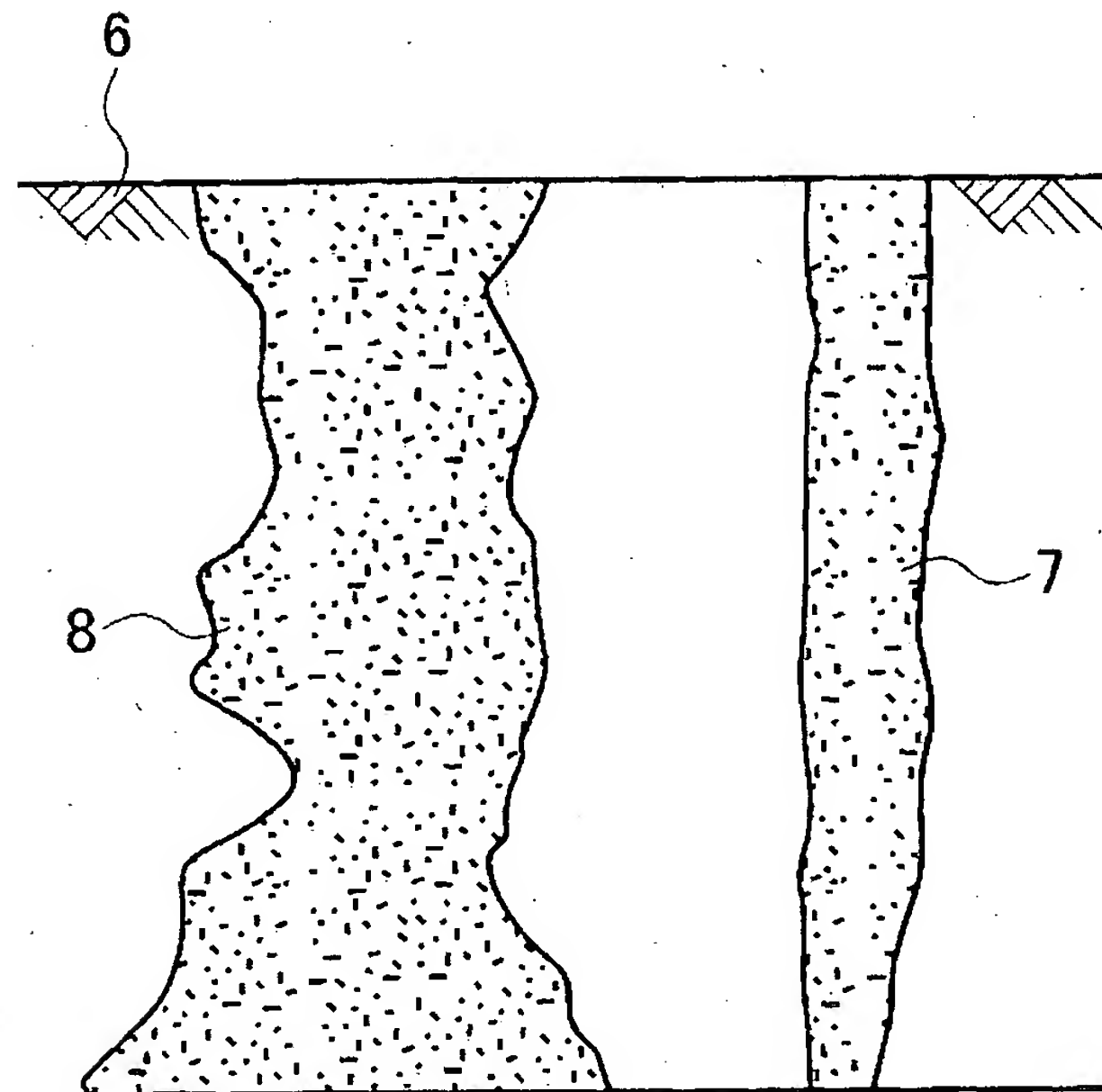
【図 8】



【図 9】



【図 10】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 原地盤が軟弱な箇所であっても強度的に不都合が発生しない程度の砂杭を造成し、且つ、トータルの施工時間やトータルの砂量の増加を確実に抑えることができる締め固め杭造成工法を提供する。

【解決手段】 締め固め工程では、ケーシングパイプが砂を締め固めする際の締め固め力 F と、ケーシングパイプによって締め固められた砂の杭径 D とを常時算出し、砂の杭径 D が最小杭径 D_1 に達する前に締め固め力 F が所定の設定値 F_0 に達した場合には最小杭径 D_1 に達した時点で締め固めを完了し、ケーシングパイプの締め固めによって砂の杭径 D が最大杭径 D_2 に達する前に締め固め力 F が所定の設定値 F_0 に達した場合には締め固め力 F が所定の設定値 F_0 に達した時点で締め固めを完了し、締め固め力 F が所定の設定値 F_0 に達する前に砂の杭径 D が最大杭径 D_2 に達した場合には最大杭径 D_2 に達した時点で締め固めを完了する。

【選択図】 図 4

特願 2 0 0 3 - 1 7 4 4 0 0

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 2 3 6 6 1 0]

1. 変更年月日 1 9 9 0 年 8 月 2 7 日

[変更理由] 新規登録

住 所 大阪府大阪市中央区平野町四丁目 2 番 1 6 号

氏 名 不動建設株式会社